園藝作物

# 概述天氣與豆類產量

⊙文／詹國連．黃惠娟
曹幸之．楊偉正
農試所農藝系及園藝系

## 一、天氣對豆類產量穩定性的影響

豆類產量的變化不大，其中原因之一就是在生長的過程中，都有關鍵時期極端受氣候影響，若天氣冷涼潮濕，雖有利生長，但植株易倒伏，需較久時間才開花，莢果成熟不整齊，種子品質差，採收困難，以及收穫時損失多；反之，若天氣乾燥溫暖，生長減慢，植株矮小，結莢小，且莢果發育不完全。

不同的豆類對天氣反應不一，雞眼豆(lentil，原產地中海及西亞的種子用或牧草用豆類)即為最敏感的作物之一，產量變異很大。一般四季豆(菜豆)類產量的可靠性亦低，所有豆類的產量穩定性較大麥為低。

天氣對豆類的效應是複雜的，因為還加上其他因素如土壤、栽培法、遺傳性和生物上的聯合影響。因之，要指出某一特別的氣象因素，並說出其個別的作用，是一件很困難的事。要是不談天氣，則先從栽培方法著手。設若作物種類及品種不適合該地區的環境條件，栽培方法又不對，就會導致低產，要是天氣再不適合，產量會更低。這些已由實驗結果及實際情形得到確證。

像在捷克，其主要豆類為豌豆及蠶豆，在其中央農業控制試驗所分佈于全國的品種試驗場試驗結果，中熟豌豆品種的平均產量為3.7～4.5t／ha(最高也有高於6t／ha)，蠶豆為3.7～5.1t／ha。在栽培法並不適當的農場，其生產結果遠低於試驗場的結果，如豌豆依氣候的不同，只有38～72%的產量；但在專業化的農場，採用適當的栽培方法及先進的採收法，則所得產量高又穩定。蠶豆的產量一般只有試驗結果的37～43%，顯示尚有改良的空間。

捷克Praque農業大學在1976～1978年間天氣變異大的情形下，證實了豌豆產量受天氣和耕作方法的聯合影響，依品種的類型及其早熟性，產量中有48～55%係受年度影響，而另外的40～60%，歸因於栽培方法。這種結果均確實說明當氣候不好，加上栽培管理不當時影響產量至鉅。

如衆所知，土壤和氣候是限制產量的重要因素，尤其豆類對環境具敏感性，使得不同地點有不同產量，產量的穩定性也有差異，明白的顯示產量係受地點和天氣的影響。像中央農試所的幾個試驗場所得結果，豌豆產量穩定性的變異係數達13～42%，蠶豆為9～34%。

豆類在生態學上及天候狀況所要求的條件，不但在物種間有差別，在不同品種間也有差別。一個品種可能具有豐產的遺傳性，但當條件不合適時，不一定能顯示出來。為實用起見，中央農試所以產量穩定係數來表示品種的敏感性，產

量高且具適應性的品種，其穩定係數近於1，若穩定係數大於1，則品種雖豐產，但對環境條件敏感；反之，穩定係數小於1的品種，則可用於比較不利的環境。因之，吾人可以說，選用適合的品種，是增進產量穩定性的重要先決條件。

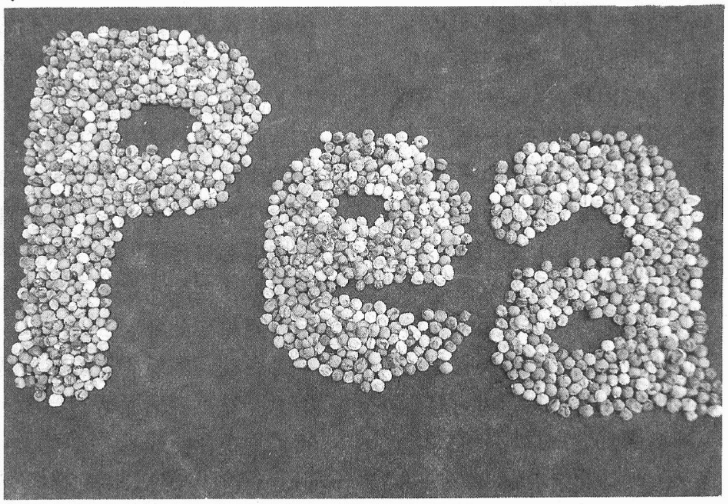
## 二、天氣對豆類的生長和產量的影響

Peter(1980)報告，由於豆類的補償能力差，生殖器官的分化期較長，以及在生殖器官形成期極易受外界環境的影響等缺點，豆類經濟產量的形成，較其他任何穀類作物更爲複雜。例如在捷克的生態環境下，豆類的產量不是只和氣象因素的絕對標準有關，這因植物對環境的要求，在不同生長和發育期有異。雖然在各生長期植株皆受溫度和水分的影響，但在發芽、開花及結莢期的影響，卻爲豆類產量高低的關鍵所在。

㈠豆類的發芽

由於豆類自我調節能力差，因之植株數爲獲得高產的主要先決條件，而株數是由播種率來控制，出土率要是差，問題就來了。田間出土率隨播種量來控制，田間出土率隨種子品質，特別是種子活力，以及外界環境(溫度和濕度最重要)而定。活力高的種子，在任何條件均能出土良好，而活力差的種子，對外界環境格外敏感。不利的外界條件包括土溫不適合，特別是播種後土壤即浸

▼豌豆種子




水，活力差的種子快速吸水，即導致胚的細胞膜受損，造成不是種子死亡，即是增加種子受土壤微生物侵害的機會。是以在有利環境下能出土順利的種子，在不利的條件下就不那麼順利。Praque農科大學在實驗室所得之豌豆種子發芽率，與田間實際出土率相差達0－60%。

在重黏土播種後下雨，土表產生一層土殼，防礙種子的出土，尤其對發芽時子葉出土(上位)的四季豆、大豆等造成的傷害更大。所有豆類在發芽和出土時都極需水分，依種類及種子特性的不同，種子吸收本身90－120%重量的水分，因此在冬季土壤尙保有適當水分時，儘量提早播種爲宜(當然作物一定要對發芽溫度沒有特別需求才行)。

豆類發芽所需的溫度依種類而異，當水分充足時，土壤溫度影響萌芽、出土期及整齊度。因此大多數的出土，依氣候條件需時1－4週，而在最適當條件下約需7－10天。通常豆類依其發芽所需溫度的不同，分成三群：

1. 低溫群(如豌豆、牧草用豌豆、蠶豆)—土溫達1－2°C時種子便開始發芽。
2. 中溫群(如雞眼豆、羽扇豆)—土溫達1－2°C時種子便開始發芽。
3. 高溫群(如大豆、菜豆)—土溫達8－10°C時種子便開始發芽。

雖然在上述最低需溫時，種子開始進行生理和生化的發芽過程，胚的生長仍有限，出土情形也有限。因此除了有發芽的最低溫外，有時還需指出最低的出土溫度。例如豌豆出土的最低溫爲3－5°C。但其萌芽的最低溫爲1－2°C。

低溫雖對活力較差的種子會造成較低的出土率，但對有些豆類如豌豆，特別是蠶豆反而有利，因可直接刺激蠶豆花序的分化、加速其開花，對產

量有正面的影響。

㈡豆類的生長和產量的形成

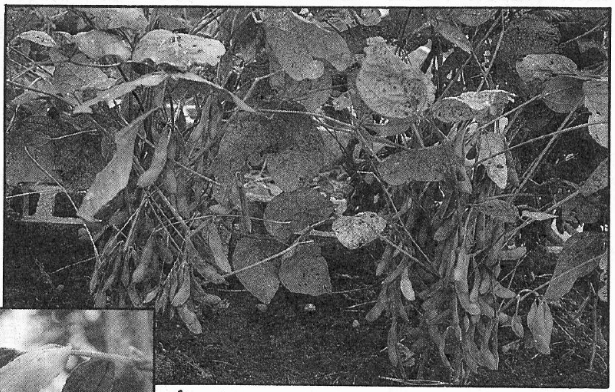
氣溫與雨量是決定豆類生育的主要因素，不同生育階段有不同的環境需求，一般可大致依營養生長和生殖生長期來區分，Wang(1962)指出，要豌豆產量高，兩個生長期的氣溫必須有些不同(春季要暖和，夏季要涼)。依Stanfied等人(1966)的報告，生長初期的適宜日夜溫平均爲21°C／16°C，然後到生殖生長期要逐漸降爲16°C／10°C。

當幼苗剛出土，氣溫降低是有害的，而造成傷害的氣溫也會因其他因素，例如低溫期間的長短、植株發育的階段，以及品種對低溫的敏感度等的影響而有異，受害植株的再生程度，依受害程度及受害後的天氣而定。再生即側芽長成分枝，在環境合宜的情形下再生的豌豆，能迅速長出大量葉片與地上部，有時甚至比未受害的植株的生長的還大。在生育期中低溫會延遲開花，使植株產生較多莖葉，尤其在水分充足時更會如此。

有些國家所收集的越冬型豌豆和蠶豆能耐極低的溫度，它們與冬作型的禾穀類不同，Peter(1970)謂它們的越冬是由於秋季的日照變短、植株的發育慢。像在捷克要栽培這種豆類，仍然很冒險，而眞能代表冬季豆類的只有苕子(vetch)類，現正在進行冬季豌豆與冬季蠶豆的試作。

豆類在開花期對高溫很敏感，溫暖乾燥天氣會縮短開花期，而濕涼的天氣則延長開花期。Juza(1971)報導在豌豆開花始期至末期，氣溫與產量成反比，其相關係數r＝－0.86，並指出臨界期是開花前20天之高溫，會使產量低下，這個臨界期與花芽形成有關連。另外，高溫和乾旱常增加落花(如蠶豆、四季豆)並減少著莢；對於喜暖的豆類(四季豆)，若遇太低的溫度，也會使之落花。

豆類對乾旱具敏感性，尤其在開花期，當快速生長期必須有充足的水分來進行同化作用。當雨水多時，營養生長快



▲ 毛豆

▲ 蠶豆的果實

速，造成植株倒伏，同時也抑制了生殖器的形成。而乾燥加速花芽的分化，使開花多而整齊，植株生成莖葉較少。

土壤中的有效水分對植株生殖器官的形成極為重要，Panina(1965)估計豌豆植株在開花前20天到開花後10天間所需水分，是總需水量的50－60%，氣候乾燥會縮短開花期並減少了莢數。有些豆類如蠶豆、四季豆、大豆等，因乾旱造成落花落莢之增加。花粉囊也因乾燥而發育不完全，使花粉品質差。

開花後也需有充足水分，但到結莢後期以天氣乾燥為宜。此時若太濕，會延長生長期，結莢晚，降低種子的品質，增加眞菌病害的感染。

在產量形成上，可由Kudrna(1966)的生物能量系統來推衍溫度與雨量的關係，蠶豆的關鍵期在5月和6月，此時雨水比溫度重要，而以後是溫度比雨量重要。

㈢天氣和豆類之病蟲害

豆類易罹病害及蟲害，所造成的損失，視感染的時期及病原菌增長的條件而定。氣候影響許多病害的發展，例如褐斑病(Ascochyta pisi)、根腐病(Fusarium spp)、白粉病(Erysiphe spp)和露菌病(Peronospora pisi)的複合發病程度。在蠶豆，天氣會影響褐點病(Botrytis fabae)的發生。

㈣天氣和豆類之收穫

豆類生產上，採收是最困難的作業，因豆類植株的特性及裂莢性，造成採收的困難，

▼豇豆

像採收時的株高、結莢位的高度、倒伏性及結莢整齊度等都會反映出生育期中，尤其結莢期的天氣條件。

豆類採收常有損失，在適宜條件下，採收的損失能少到5%，而在條件不好(如採收機的準備不周全及採收法不對)時，採收的損失可高達產量的30%以上。

天氣濕暖時莢易裂開，尤其當採收適期已過才採收時，裂莢的損失更高。採收逢雨，常影響產量之穩定性，尤其對於倒伏的品種更是如此。

㈤天氣對豆類種子品質之關係

結莢期的天氣會影響種子的外觀，尤其色澤，這對食用豆類就很重要，綠色種子的豌豆品種，有時因暴晒在陽光下而失去色澤，尤其種子含水量還高時，碰到晴、雨交替的天氣，會更明顯褪色。但結莢期天氣晴朗，種子成熟佳，其生物價值高；反之，潮濕的天氣抑制結莢，使種子在莢內萌芽，並讓一些眞菌在種子上增長。

採收時的天氣亦影響種子的化學成份，所有的豆類都需高溫及較低大氣溫度，才能產生蛋白質含量高的種子。豌豆〝Raman〞品種的氮含量佔乾重的3.56－4.42%，依年度及成熟時間，亦即天氣而定。

種子內氨基酸也隨天氣而異，尤其色氨酸(tryptophan)、胱氨酸(cystine)、精氨酸(arginine)、纈氨酸(valine)及蛋氨酸(methionine)變異最大；但含量的變化也因豆類種類而異。氨基酸的穩定在羽扇豆最低，其次為大豆、豌豆、四季豆，而最穩定的是蠶豆。